

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2001-267381

(43)Date of publication of application : 28.09.2001

(51)Int.Cl.

H01L 21/66
H01L 21/205
H01L 21/3065
H01L 21/68
H05B 3/00

(21)Application number : 2000-077560

(71)Applicant : IBIDEN CO LTD

(22)Date of filing : 21.03.2000

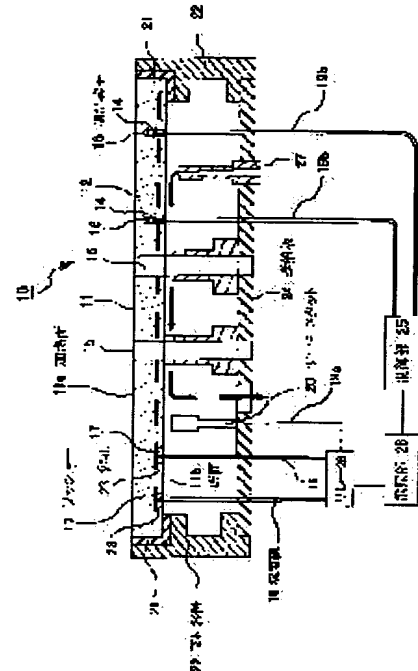
(72)Inventor : HIRAMATSU YASUJI
ITO YASUTAKA

(54) DEVICE FOR MANUFACTURING/INSPECTING SEMICONDUCTOR

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To prevent overheating of a ceramic substrate, by breaking the circuit between a power supply and a resistance electric heater element, even if a fault occurs in a temperature-sensing element and a control device, and the temperature of the ceramic substrate is increased rapidly.

SOLUTION: This device for manufacturing/inspecting a semiconductor is composed of a ceramic substrate, that has the resistance electric heater element consisting of one or at least two circuits, a heat-sensing means that measures the temperature of the ceramic substrate, a control part that controls power to be thrown into the resistance electrical heating element, based on the temperature that is detected by the heat-sensing means, a power supply that supplies the power to be thrown into the resistance electrical heater element, and a thermostat that breaks the power to be thrown into the resistance electrical heater element.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号
特開2001-267381
(P2001-267381A)

(43) 公開日 平成13年9月28日 (2001.9.28)

(51) Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	テーマコード (参考)
H 0 1 L 21/66		H 0 1 L 21/66	B 3 K 0 5 8
21/205		21/205	4 M 1 0 6
21/3065		21/68	R 5 F 0 0 4
21/68		H 0 5 B 3/00	3 2 0 Z 5 F 0 3 1
H 0 5 B 3/00	3 2 0	H 0 1 L 21/302	B 5 F 0 4 5
審査請求 未請求 請求項の数 5 O L (全 15 頁)			

(21) 出願番号 特願2000-77560 (P2000-77560)

(22) 出願日 平成12年3月21日 (2000.3.21)

(71) 出願人 000000158

イビデン株式会社

岐阜県大垣市神田町2丁目1番地

(72) 発明者 平松 靖二

岐阜県揖斐郡揖斐川町北方1-1 イビデ
ン株式会社内

(72) 発明者 伊藤 康隆

岐阜県揖斐郡揖斐川町北方1-1 イビデ
ン株式会社内

(74) 代理人 100086586

弁理士 安富 康男 (外2名)

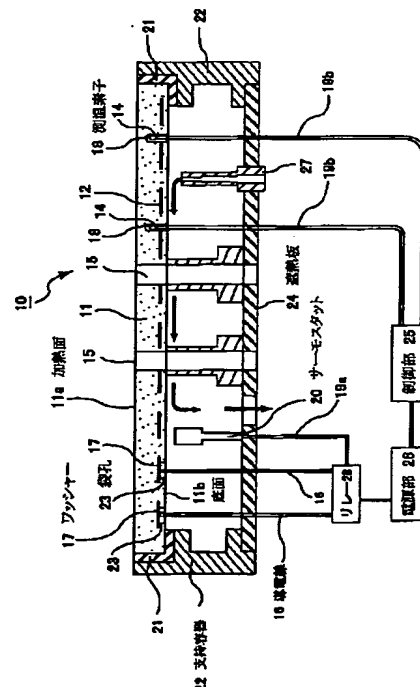
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 半導体製造・検査装置

(57) 【要約】

【課題】 測温素子や制御装置に何らかの故障が発生して、セラミック基板の温度が急激に上昇しかけた場合においても、電源と抵抗発熱体との間の回路を遮断することにより、セラミック基板の過熱を防止することができる。

【解決手段】 1または2以上の回路からなる抵抗発熱体が設けられたセラミック基板と、上記セラミック基板の温度を測定する測温手段と、上記測温手段により検知された温度に基づいて上記抵抗発熱体へ投入する電力を制御する制御部と、上記抵抗発熱体へ投入する電力を供給する電源と、上記抵抗発熱体へ投入する電力を遮断するサーモスタットとを備えてなることを特徴とする半導体製造・検査装置



【特許請求の範囲】

【請求項1】 1または2以上の回路からなる抵抗発熱体が設けられたセラミック基板と、前記セラミック基板の温度を測定する測温手段と、前記測温手段により検知された温度に基づいて前記抵抗発熱体へ投入する電力を制御する制御部と、前記抵抗発熱体へ投入する電力を供給する電源と、前記抵抗発熱体へ投入する電力を遮断するサーモスタットとを備えてなることを特徴とする半導体製造・検査装置。

【請求項2】 前記サーモスタットは、セラミック基板から一定距離離間して配設されてなる請求項1に記載の半導体製造・検査装置。

【請求項3】 前記サーモスタットは、セラミック基板の底面から0.1～5mm離間して配設されてなる請求項1に記載の半導体製造・検査装置。

【請求項4】 前記サーモスタットは、リレーを介して抵抗発熱体へ投入される電力を遮断する請求項1～3のいずれか1に記載の半導体製造・検査装置。

【請求項5】 前記セラミック基板は、支持容器により支持されてなり、前記支持容器の底部、前記支持容器の壁面、前記支持容器に配設された板状体のいずれかにサーモスタットが配設されてなる請求項1～4のいずれか1に記載の半導体製造・検査装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、抵抗発熱体を有するセラミック基板を備え、主に、ホットプレート（セラミックヒータ）、静電チャック、ウエハプローバなどの装置とすることができる半導体製造・検査装置に関する。

【0002】

【従来の技術】エッチング装置や、化学的気相成長装置等を含む半導体製造・検査装置等においては、従来、ステンレス鋼やアルミニウム合金などの金属製基材を用いたヒータやウエハプローバ等が用いられてきた。

【0003】ところが、このような金属製のヒータは、以下のような問題があった。まず、金属製であるため、ヒータ板の厚みは、15mm程度と厚くしなければならない。なぜなら、薄い金属板では、加熱に起因する熱膨張により、反り、歪み等が発生してしまい、金属板上に載置したシリコンウエハが破損したり傾いたりしてしまうからである。しかしながら、ヒータ板の厚みを厚くすると、ヒータの重量が重くなり、また、嵩張ってしまうという問題があった。

【0004】また、抵抗発熱体に印加する電圧や電流量を変えることにより、半導体ウエハ等の被加熱物を加熱する面（以下、加熱面という）の温度を制御するのであるが、金属板が厚いために、電圧や電流量の変化に対してヒータ板の温度が迅速に追従せず、温度制御しにくいという問題もあった。

【0005】そこで、特開平4-324276号公報では、基板として、熱伝導率が高く、強度も大きい非酸化物セラミックである窒化アルミニウムを使用し、この窒化アルミニウム基板中に抵抗発熱体とタングステンからなるスルーホールとが形成され、これらに外部端子としてニクロム線がろう付けされたセラミックヒータが提案されている。

【0006】このようなセラミックヒータでは、高温においても機械的な強度の大きいセラミック基板を用いているため、セラミック基板の厚さを薄くして熱容量を小さくすることができ、その結果、電圧や電流量の変化に対してセラミック基板の温度を迅速に追従させることができる。

【0007】通常、この種のセラミックヒータでは、セラミック基板の表面または内部に測温手段を取り付け、このセラミック基板を金属製の支持容器に嵌め込んだ後、測温手段からの配線や抵抗発熱体からの配線を制御装置に接続し、測温手段により測定される温度に基づいて抵抗発熱体に電圧を印加し、セラミック基板の温度を制御している。

【0008】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、これらの測温手段がセラミック基板から脱落したり、測温手段と制御部との間の回路が断線したりすると、セラミック基板の正確な温度が測定されないため、抵抗発熱体に流れる電流が大きくなりすぎ、セラミック基板の温度が急激に上昇することも考えられる。

【0009】このような場合に、何の措置も講じられていないと、装置全体の温度が上昇しすぎ、故障などが発生して多大の損失を被る場合がある。

【0010】本発明は、上記問題点を鑑みてなされたものであり、上記測温手段や制御部に何らかの故障が発生して、セラミック基板の温度が急激に上昇しかけた場合においても、電源と抵抗発熱体との間の回路を遮断することにより、セラミック基板の過熱を防止することが可能な半導体製造・検査装置を提供することを目的とする。

【0011】

【課題を解決するための手段】本発明は、1または2以上の回路からなる抵抗発熱体が設けられたセラミック基板と、上記セラミック基板の温度を測定する測温手段と、上記測温手段により検知された温度に基づいて上記抵抗発熱体へ投入する電力を制御する制御部と、上記抵抗発熱体へ投入する電力を供給する電源と、上記抵抗発熱体へ投入する電力を遮断するサーモスタットとを備えてなることを特徴とする半導体製造・検査装置である。

【0012】本発明の半導体製造・検査装置において、上記サーモスタットは、セラミック基板から一定距離離間して配設されてなることが望ましく、セラミック基板の底面から0.1～5mm離間して配設されてなること

がより望ましい。

【0013】また、上記半導体製造・検査装置において、上記サーモスタットは、リレーを介して抵抗発熱体へ投入される電力を遮断することが望ましい。また、上記半導体製造・検査装置において、上記セラミック基板は、支持容器により支持されてなり、上記支持容器の底部、上記支持容器の壁面、上記支持容器に配設された板状体のいずれかにサーモスタットが配設されてなることが望ましい。

【0014】

【発明の実施の形態】本発明の半導体製造・検査装置は、1または2以上の回路からなる抵抗発熱体が設けられたセラミック基板と、上記セラミック基板の温度を測定する測温手段と、上記測温手段により検知された温度に基づいて上記抵抗発熱体へ投入する電力を制御する制御部と、上記抵抗発熱体へ投入する電力を供給する電源と、上記抵抗発熱体へ投入する電力を遮断するサーモスタットとを備えてなることを特徴とする。

【0015】本発明の半導体製造・検査装置では、装置内に測温手段等のほかに、さらにサーモスタットが配設され、このサーモスタットにより装置内（セラミック基板）の温度を常に検知している。従って、測温素子や制御部に何らかの故障が発生して、セラミック基板の温度が急激に上昇しかけた場合には、その温度をサーモスタットが検知し、抵抗発熱体への電力の供給を遮断する。その結果、セラミック基板や装置全体の過熱を防止することができ、装置の他の部分に故障が発生するのを防止することができる。

【0016】以下、本発明の半導体製造・検査装置について、図面に基いて説明する。図1は、本発明の半導体装置の一実施形態であるセラミックヒータの一例を模式的に示す平面図であり、図2は、(a)に示したセラミックヒータを構成する制御部等を含めて示したブロック図である。

【0017】このセラミックヒータ10では、円板形状に形成されたセラミック基板11が、断熱リング21を介して金属製の支持容器22の上部に嵌合されており、このセラミック基板11の内部には、複数の回路からなる抵抗発熱体12が埋設されている。この抵抗発熱体12は、図1に示したように、同心円形状のパターンに形成され、互いに近い二重の同心円同士が1組の回路として、1本の線になるように接続され、また、これら回路の両端部分が露出するように、セラミック基板11の底面11bには袋孔23が設けられている。

【0018】これら袋孔23には、ワッシャー17が嵌め込まれ、ワッシャー17の中心孔に導電線16が挿入され、金ろう等によりろう付けされ、導電線16と抵抗発熱体端部12aとが接続されている。

【0019】この導電線16は、リレー28を介して電源部26に接続されている。また、サーモスタットは、

導電線19aを介してリレー28に接続されている。更に、電源部26には、制御部25が接続され、制御部25には、測温素子18が導電線19bを介して接続されている。

【0020】図10は、サーモスタットとリレーと電源とを含む回路の一例を示す回路図である。なお、簡略化のため、制御部は、省略する。図10に示すように、サーモスタットは、リレーと回路1を構成しており、この回路1は、電源と抵抗発熱体とからなる回路2とは独立している。従って、サーモスタットが作動すると、回路1が遮断され、この回路の遮断によりリレーが作動して回路2を遮断する。つまり、間接的にサーモスタットにより抵抗発熱体への電力供給が遮断されるのである。

【0021】このように、リレーを使用して、サーモスタットを含む回路1と抵抗発熱体12を含む回路2とをそれぞれ独立の回路とするのは、サーモスタットを抵抗発熱体を含む回路に直列に入れると、抵抗発熱体に比較的大きな電流を流す必要があるため、この電流によりサーモスタット自体も発熱し、正常な制御を行っているにも拘わらずサーモスタットが作動してしまうからである。図10に示したように、サーモスタットを含む回路1を抵抗発熱体を含む回路2と分離することにより、サーモスタットを含む回路1には小電流を、抵抗発熱体を含む回路2には大電流を流すことができるのである。なお、ある程度の電流を流しても発熱しないような構成のサーモスタットを使用する場合には、サーモスタットを抵抗発熱体を含む回路に直列に挿入し、サーモスタット自身が回路を開くことにより直接的に抵抗発熱体への電力供給を遮断する構成としてもよい。上記リレーとしては、例えば、オムロン社製 MY-2等が挙げられる。また、制御部と電源部とは一体となってもよい。

【0022】また、セラミック基板11の中央に近い部分には、支持ピン（図示せず）を挿通するための貫通孔15が形成され、さらに、底面11bには有底孔14が形成され、この有底孔14に測温素子18が挿入され、耐熱性樹脂または無機充填材等が充填されることにより固定されている。なお、貫通孔15に挿通された支持ピンは、半導体ウエハ等の被加熱物を支持して搬送装置等から被加熱物を受け取ったり、搬送装置等に被加熱物を受け渡す役割を有しており、また、セラミック基板11の加熱面と一定の間隔を保った状態で被加熱物を支持する役割も有している。このようにセラミック基板11と離間させた状態で加熱することにより、被加熱物をより均一に加熱することができる。

【0023】一方、有底孔14に配設された測温素子18からの配線19bも、制御部に接続されており、測温素子18からの温度情報を受け取った制御部25では、セラミック基板11の温度に応じた電圧（電流）を抵抗発熱体12に印加することにより、セラミック基板11の温度をコントロールしている。なお、測温手段は、熱

電対に限定されず、例えば、サーモビュアで表面の温度を読み取って、このデータを基に温度制御することもできる。

【0024】さらに、このセラミックヒータ10の底部には、ヒータ部分からの放熱を防止し、被加熱物を効率よく加熱することができるよう遮熱板24が設けられており、この遮熱板24にサーモスタット20が配設されている。サーモスタット20は、セラミック基板11に近い位置に配設されているため、サーモスタット20が配設された部分は、セラミック基板11の温度に近い温度を検知することができる。

【0025】本発明の半導体製造・検査装置では、サーモスタット20は、セラミック基板11から一定距離離間して配設されることが望ましい。一定距離離間することで、セラミック基板に局所的に温度が低い部分（クーリングスポット）が発生することを防止することができるからである。

【0026】さらに、サーモスタット20は、セラミック基板11の底面11bから0.1〜5mm離間して配設されることがより望ましい。この理由は、0.1mm未満では、近すぎてセラミック基板から熱を奪い、セラミック基板にクーリングスポットを生じさせてしまうことがあり、逆に、5mmを超えるセラミック基板の異常昇温を感知することができないことがあるからである。また、このセラミックヒータ10では、冷却時に冷媒導入管27より、矢印で示すようにエアー等の冷却気体が導入され、セラミック基板11が冷却されるようになっている。

【0027】従って、測温素子18の落下や配線19bの断線等のために、測温素子18によってセラミック基板11の温度を正確に測定することができず、これに起因して、抵抗発熱体12に多大の電流が流れてセラミック基板11の温度が上昇しすぎた場合等においては、サーモスタット20がその温度を検知し、抵抗発熱体12への電力を投入するための回路を遮断する。そのため、抵抗発熱体12の発熱がストップし、セラミック基板11の過熱を防止することができる。なお、図1、2において、抵抗発熱体12は、セラミック基板11の内部に形成されているが、セラミック基板11の底面11bに設けられていてもよい。

【0028】サーモスタット20の種類としては特に限定されず、例えば、温度の変化を液体（トルエン、水銀等）や金属（バイメタル等）の膨張またはサーミスタの抵抗値の変化によって検出し、温度が所定値以上に上昇した際に、回路を遮断する働きをするもの等が挙げられる。具体的には、以下に示すような構成のバイメタルを用いたサーモスタット等が挙げられる。

【0029】図11は、本発明の半導体製造・検査装置を構成するサーモスタットの一例を模式的に示す断面図である。図11に示すように、このサーモスタット11

0では、有底円筒形状のケース117の底部に断面視逆コの字形状のバネ113に配設されており、このバネ113の上に接触部112aを介して円柱形状のピン112が載置されている。なお、このピン112は、周囲をリテーナ120により支持されているが、上下方向の移動は自由である。バネ113の近傍には、バネ113と略平行した状態で固定片114が配設されており、固定片114端部の接点Aとバネ113端部の接点Bとは、一定の温度以下（例えば、常温）では接触している。一方、固定片114の他の一端とバネ113の他の一端には、導電線118a、118bが接続されており、これらの導電線118a、118bは、端子部119から外部に導出され、電源と接続されているため、常温では、導電線118aと導電線118bの間には、電流が流れている。ピン112の上面には両端が固定されたバイメタル111が接触しており、このバイメタル111は、常温では、平面を形成している。そのため、バネ113には、下方への力が作用せず、接点Aと接点Bとは、接触した状態を維持することができる。このような構成のサーモスタット110の周囲の温度が上昇すると、バイメタル111は膨張し、下方へ撓むように変形する。これにより、ピン112が下方に押し下げられ、バネ113も下方に撓む結果、接点Aと接点Bとは非接触となり、回路が遮断され、導電線118aと導電線118bの間には、電流が流れなくなる。この後、周囲の温度が所定温度より下がると、バイメタル111が平面形状に戻り、バネ113の力によりピン112が押し上げられる結果、接点Aと接点Bとが接触し、再び、導電線118aと導電線118bとの間に電流が流れるようになる。

【0030】なお、図11に示したサーモスタットは、上述したように、自動復帰型のサーモスタットであり、これ以外に自動復帰しないタイプのサーモスタットもある。本発明においては、いずれのタイプのサーモスタットを使用してもよいが、安全性を考慮すると自動復帰しないタイプが最適である。上記サーモスタットの市販品としては、例えば、旭計器社製 US-625等が挙げられる。

【0031】上記サーモスタットは、支持容器の底部（支持容器内外含む）、支持容器に配設された板状体（支持容器内外含む）、支持容器の内外壁面のいずれかにサーモスタットが配設されてなることが望ましい。サーモスタットとセラミック基板とを接触させずに固定することができるからである。

【0032】ワッシャー17を構成する材料は、その熱膨張率がセラミック基板とほぼ等しいか、または、導電線との中間にあるものが好ましく、例えば、タングステン、モリブデンまたはこれらの炭化物からなるものが好ましい。

【0033】図2に示したセラミックヒータ10では、

ワッシャー１７や導電線１６を介して抵抗発熱体端部１２ａと電源２６とが接続されているが、抵抗発熱体端部１２ａの直下にスルーホールが形成されていてもよい。また、抵抗発熱体端部１２ａまたはスルーホールに断面がＴ字形の外部端子がろう付け等により接続されていてもよい。

【００３４】本発明において、抵抗発熱体１２は、貴金属（金、銀、白金、パラジウム）、鉛、タングステン、モリブデン、ニッケル等の金属、または、タングステン、モリブデンの炭化物等の導電性セラミックからなるものであることが望ましい。抵抗値を高くすることが可能となり、断線等を防止する目的で厚み自体を厚くすることができるとともに、酸化しにくく、熱伝導率が低下しにくいからである。これらは、単独で用いてもよく、２種以上を併用してもよい。

【００３５】また、抵抗発熱体１２は、セラミック基板１１全体の温度を均一にする必要があることから、図１に示すような同心円形状のパターンや同心円形状のパターンと屈曲線形状のパターンとを組み合わせたものが好ましい。また、抵抗発熱体１２の厚さは、１～５０μｍが望ましく、その幅は、５～２０mmが好ましい。

【００３６】抵抗発熱体１２の厚さや幅を変化させることにより、その抵抗値を変化させることができるが、この範囲が最も実用的だからである。抵抗発熱体１２の抵抗値は、その厚さが薄く、また、その幅が狭くなるほど大きくなる。

【００３７】なお、抵抗発熱体１２を内部に設けると、加熱面１１ａと抵抗発熱体１２との距離が近くなり、表面の温度の均一性が低下するため、抵抗発熱体１２自体の幅を広げる必要がある。また、セラミック基板１１の内部に抵抗発熱体１２を設けるため、窒化物セラミック等との密着性を考慮する必要性がなくなる。

【００３８】抵抗発熱体１２は、断面が方形、楕円形、紡錘形、蒲鉾形状のいずれでもよいが、偏平なものであることが望ましい。偏平の方が加熱面に向かって放熱しやすいため、加熱面２１ａへの熱伝搬量を多くすることができ、加熱面の温度分布がでにくいからである。なお、抵抗発熱体１２は螺旋形状でもよい。

【００３９】本発明の半導体装置を構成するセラミック基板の底面または内部に抵抗発熱体１２を形成するためには、金属や導電性セラミックからなる導電ペーストを用いることが好ましい。即ち、セラミック基板の表面に抵抗発熱体を形成する場合には、通常、焼成を行って、セラミック基板を製造した後、その表面に上記導電ペースト層を形成し、焼成することにより、抵抗発熱体を形成する。一方、図１、２に示したように、セラミック基板１１の内部に抵抗発熱体１２を形成する場合には、グリーンシート上に上記導電ペースト層を形成した後、グリーンシートを積層、焼成することにより、内部に抵抗発熱体１２を形成する。

【００４０】上記導電ペーストとしては特に限定されないが、導電性を確保するため金属粒子または導電性セラミック粒子が含有されているほか、樹脂、溶剤、増粘剤などを含むものが好ましい。

【００４１】上記金属粒子や導電性セラミック粒子の材料としては、上述したものが挙げられる。これら金属粒子または導電性セラミック粒子の粒径は、０．１～１００μｍが好ましい。０．１μｍ未満と微細すぎると、酸化されやすく、一方、１００μｍを超えると、焼結しにくくなり、抵抗値が大きくなるからである。

【００４２】上記金属粒子の形状は、球状であっても、リン片状であってもよい。これらの金属粒子を用いる場合、上記球状物と上記リン片状物との混合物であってもよい。

【００４３】上記金属粒子がリン片状物、または、球状物とリン片状物との混合物の場合は、金属粒子間の金属酸化物を保持しやすくなり、抵抗発熱体とセラミック基板との密着性を確実にし、かつ、抵抗値を大きくすることができるため有利である。

【００４４】上記導電ペーストに使用される樹脂としては、例えば、エポキシ樹脂、フェノール樹脂等が挙げられる。また、溶剤としては、例えば、イソプロピルアルコール等が挙げられる。増粘剤としては、セルロース等が挙げられる。

【００４５】抵抗発熱体用の導電ペーストをセラミック基板の表面に形成する際には、上記導電ペースト中に上記金属粒子のほかに金属酸化物を添加し、上記金属粒子および上記金属酸化物を焼結させたものとするのが好ましい。このように、金属酸化物を金属粒子とともに焼結させることにより、セラミック基板と金属粒子とをより密着させることができる。

【００４６】上記金属酸化物を混合することにより、セラミック基板との密着性が改善される理由は明確ではないが、金属粒子表面や非酸化物からなるセラミック基板の表面は、その表面がわずかに酸化されて酸化膜が形成されており、この酸化膜同士が金属酸化物を介して焼結して一体化し、金属粒子とセラミックとが密着するのではないかと考えられる。また、セラミック基板を構成するセラミックが酸化物の場合は、当然に表面が酸化物からなるので、密着性に優れた導電層が形成される。

【００４７】上記金属酸化物としては、例えば、酸化鉛、酸化亜鉛、シリカ、酸化ホウ素（ B_2O_3 ）、アルミナ、イットリアおよびチタニアからなる群から選ばれる少なくとも１種が好ましい。これらの酸化物は、抵抗発熱体の抵抗値を大きくすることなく、金属粒子とセラミック基板との密着性を改善することができるからである。

【００４８】上記酸化鉛、酸化亜鉛、シリカ、酸化ホウ素（ B_2O_3 ）、アルミナ、イットリア、チタニアの割合は、金属酸化物の全量を１００重量部とした場合、重

量比で、酸化鉛が1~10、シリカが1~30、酸化ホウ素が5~50、酸化亜鉛が20~70、アルミナが1~10、イットリアが1~50、チタニアが1~50であって、その合計が100重量部を超えない範囲で調整されていることが好ましい。これらの範囲で、これらの酸化物の量を調整することにより、特にセラミック基板との密着性を改善することができる。

【0049】上記金属酸化物の金属粒子に対する添加量は、0.1重量%以上10重量%未満が好ましい。また、このような構成の導体ペーストを使用して抵抗発熱体を形成した際の面積抵抗率は、1~45mΩ/□が好ましい。

【0050】面積抵抗率が45mΩ/□を超えると、印加電圧量に対して発熱量は大きくなりすぎて、表面に抵抗発熱体を設けた半導体装置用セラミック基板では、その発熱量を制御しにくいからである。なお、金属酸化物の添加量が10重量%以上であると、面積抵抗率が50mΩ/□を超えてしまい、発熱量が大きくなりすぎて温度制御が難しくなり、温度分布の均一性が低下する。

【0051】抵抗発熱体がセラミック基板の表面に形成される場合には、抵抗発熱体の表面部分に、金属被覆層が形成されていることが好ましい。内部の金属焼結体が酸化されて抵抗値が変化するのを防止するためである。形成する金属被覆層の厚さは、0.1~10μmが好ましい。

【0052】上記金属被覆層を形成する際に使用される金属は、非酸化性の金属であれば特に限定されないが、具体的には、例えば、金、銀、パラジウム、白金、ニッケル等が挙げられる。これらは、単独で用いてもよく、2種以上を併用してもよい。これらのなかでは、ニッケルが好ましい。なお、抵抗発熱体をセラミック基板の内部に形成する場合には、抵抗発熱体表面が酸化されることがないため、被覆は不要である。

【0053】上記セラミック基板を構成するセラミック材料は特に限定されないが、例えば、窒化物セラミック、炭化物セラミック、酸化物セラミック等が挙げられる。

【0054】上記窒化物セラミックとしては、金属窒化物セラミック、例えば、窒化アルミニウム、窒化ケイ素、窒化ホウ素、窒化チタン等が挙げられる。また、上記炭化物セラミックとしては、金属炭化物セラミック、例えば、炭化ケイ素、炭化ジルコニウム、炭化チタン、炭化タンタル、炭化タングステン等が挙げられる。

【0055】上記酸化物セラミックとしては、金属酸化物セラミック、例えば、アルミナ、ジルコニア、コーゼライト、ムライト等が挙げられる。これらのセラミックは単独で用いてもよく、2種以上を併用してもよい。

【0056】これらのセラミックの中では、窒化物セラミック、炭化物セラミックの方が酸化物セラミックに比べて望ましい。熱伝導率が高いからである。また、窒化

物セラミックの中では窒化アルミニウムが最も好適である。熱伝導率が180W/m・Kと最も高いからである。

【0057】上記セラミック基板は、0.05~10重量%、特に0.1~5重量%の酸素を含有していることが望ましい。特に、上記酸素量が0.1重量%未満であると、緻密な焼結体を形成することが難しくなり、一方、上記酸素量が5重量%を超えると熱伝導率が低下して昇温降温特性が低下する場合があるからである。上記窒化物セラミックに酸素を含有させるため、通常、窒化物セラミックの原料粉末を空気中または酸素中で加熱するか、原料粉末中に金属酸化物を混合して焼成を行う。上記焼結助剤としては、例えば、アルカリ金属酸化物、アルカリ土類金属酸化物、希土類酸化物等が挙げられる。これらの焼結助剤のなかでは、CaO、Y₂O₃、Na₂O、Li₂O、Rb₂Oが好ましい。これらの含有量としては、0.1~10重量%が好ましい。また、アルミナを含有していてもよい。

【0058】上記セラミック基板の気孔率は、0または5%以下であることが望ましい。気孔率が5%を超えると熱伝導率が低下したり、高温で反りが発生する場合があるからである。また、気孔が存在しない場合は、高温での耐電圧が極めて高くなり、逆に気孔が存在する場合は、破壊靱性値が高くなる。このため、どららの設計にするかは、要求特性を考慮して決定すればよい。気孔が存在することにより破壊靱性値が高くなる理由は明確ではないが、クラックの伸展が気孔により止められるであると推定している。気孔率は、アルキメデス法により測定することが望ましい。この方法では、焼結体を粉碎して比重を求め、真比重と見かけの比重とから気孔率を計算する。

【0059】上記セラミック基板に気孔が存在する場合は、その最大気孔の気孔径が50μm以下であることが望ましい。最大気孔の気孔径が50μmを超えると高温、特に、200℃以上での耐電圧特性を確保することができなくなる場合があるからである。最大気孔の気孔径は10μm以下であることがより望ましい。200℃以上での反り量が小さくなるからである。上記気孔率や最大気孔の気孔径は、焼結時の加圧時間、圧力、温度、SiCやBNなどの添加物で調整する。SiCやBNは焼結を阻害するため、気孔を導入させることができる。

【0060】最大気孔の気孔径の測定は、試料を5個用意し、その表面を鏡面研磨し、2000から5000倍の倍率で表面を電子顕微鏡で10箇所撮影することにより行う。そして、撮影された写真で最大の気孔径を選び、50ショットの平均を最大気孔の気孔径とする。

【0061】上記セラミック基板は、明度がJIS Z 8721の規定に基づく値でN4以下のものであることが望ましい。このような明度を有するものが輻射熱量、隠蔽性に優れるからである。また、このようなセラ

ミック基板は、サーモビュアにより、正確な表面温度測定が可能となる。

【0062】ここで、明度のNは、理想的な黒の明度を0とし、理想的な白の明度を10とし、これらの黒の明度と白の明度との間で、その色の明るさの知覚が等歩度となるように各色を10分割し、N0～N10の記号で表示したものである。そして、実際の測定は、N0～N10に対応する色票と比較して行う。この場合の小数点1位は0または5とする。

【0063】このような特性を有するセラミック基板は、セラミック基板中にカーボンを100～5000ppm含有させることにより得られる。カーボンには、非晶質のものと結晶質のものとがあり、非晶質のカーボンは、セラミック基板の高温における体積抵抗率の低下を抑制することでき、結晶質のカーボンは、セラミック基板の高温における熱伝導率の低下を抑制することができるため、その製造する基板の目的等に応じて適宜カーボンの種類を選択することができる。カーボンの含有量は、200～2000ppmが好ましい。

【0064】非晶質のカーボンとしては、例えば、C、H、Oだけからなる炭化水素、好ましくは、糖類を、空气中で焼成することにより得ることができ、結晶質のカーボンとしては、グラファイト粉末等を用いることができる。また、アクリル系樹脂を不活性雰囲気（窒化ガス、アルゴンガス）下で熱分解させた後、加熱加圧することによりカーボンを得ることができるが、このアクリル系樹脂の酸価を変化させることにより、結晶性（非晶性）の程度を調整することができる。

【0065】本発明の半導体装置に用いられるセラミック基板は、円板形状であり、直径200mm以上が望ましく、250mm以上が最適である。円板形状のセラミック基板は、温度の均一性が要求されるが、直径の大きな基板ほど、温度が不均一になりやすいからである。

【0066】上記セラミック基板の厚さは、50mm以下が好ましく、20mm以下がより好ましい。また、1～5mmが最適である。厚みは、薄すぎると高温での反りが発生しやすく、厚すぎると熱容量が大きくなり過ぎて昇温降温特性が低下するからである。また、本発明の半導体装置用セラミック基板の気孔率は、0または5%以下が望ましい。高温での熱伝導率の低下、反りの発生を抑制できるからである。

【0067】本発明では、測温素子18として、熱電対を用いることができる。上記熱電対の金属線の接合部位の大きさは、各金属線の素線径と同一か、もしくは、それよりも大きく、かつ、0.5mm以下がよい。このような構成によって、接合部分の熱容量が小さくなり、温度が正確に、また、迅速に電流値に変換されるのである。このため、温度制御性が向上してウエハの加熱面の温度分布が小さくなるのである。上記熱電対としては、例えば、JIS-C-1602(1980)に挙げられ

るように、K型、R型、B型、E型、J型、T型熱電対が挙げられる。

【0068】本発明の半導体製造・検査装置の具体例としては、例えば、静電チャック、ウエハプローバ、サセプタ、ホットプレート（セラミックヒータ）等が挙げられる。これらの装置に用いられるセラミック基板はいずれも、例えば、図1で説明したような構成の抵抗発熱体を備えており、上記セラミック基板が支持容器に嵌め込まれ、測温素子や抵抗発熱体等からの配線が制御部に接続され、セラミック基板の温度をコントロールすることができるようになっており、この支持容器の内部にサーモスタットが配設されている。

【0069】上記ホットプレート（セラミックヒータ）は、セラミック基板の内部に抵抗発熱体のみが設けられた装置であり、これにより、半導体ウエハ等の被加熱物を所定の温度に加熱することができ、測温素子や制御装置に何らかの故障が発生して、セラミック基板の温度が急激に上昇しかけた場合には、サーモスタットで検知し、電源と抵抗発熱体との間の回路を遮断することにより、セラミック基板の過熱を防止することが可能である。

【0070】本発明では、抵抗発熱体を備えたセラミック基板の内部に静電電極を設けることにより、静電チャックとすることもできる。上記静電電極を構成する金属としては、例えば、貴金属（金、銀、白金、パラジウム）、鉛、タングステン、モリブデン、ニッケルなどが好ましい。また、上記導電性セラミックとしては、例えば、タングステン、モリブデンの炭化物などが挙げられる。これらは、単独で用いてもよく、2種以上を併用してもよい。

【0071】図3(a)は、静電チャックを構成するセラミック基板を模式的に示す縦断面図であり、(b)は、(a)に示したセラミック基板のA-A線断面図である。この場合には、セラミック基板61の内部にチャック正負極静電層62、63が埋設され、その電極上にセラミック誘電体膜64が形成されている。また、セラミック基板61の内部には、抵抗発熱体66が設けられている。

【0072】また、(b)に示したように、セラミック基板61は、通常、平面視円形状に形成されており、セラミック基板61の内部に(b)に示した半円弧状部62aと櫛歯部62bとからなるチャック正極静電層62と、同じく半円弧状部63aと櫛歯部63bとからなるチャック負極静電層63とが、互いに櫛歯部62b、63bを交差するように対向して配置されている。

【0073】このようなセラミック基板62を備えた静電チャックを使用する場合には、チャック正極静電層62とチャック負極静電層63とにそれぞれ直流電源の+側と-側を接続し、直流電圧を印加する。これにより、この静電チャック上に載置された半導体ウエハが静電的

に吸着されることになる。この静電チャックにおいても、測温素子や制御装置に何らかの故障が発生して、セラミック基板61の温度が急激に上昇しかけた場合には、サーモスタットで検知し、電源と抵抗発熱体との間の回路を遮断することにより、セラミック基板61の過熱を防止することが可能である。

【0074】図4および図5は、他の静電チャックを構成するセラミック基板における静電電極を模式的に示した水平断面図であり、図4に示すセラミック基板71では、その内部に半円形状のチャック正極静電層72とチャック負極静電層73が形成されており、図5に示すセラミック基板81では、その内部に円を4分割した形状のチャック正極静電層82a、82bとチャック負極静電層83a、83bが形成されている。また、2枚の正極静電層82a、82bおよび2枚のチャック負極静電層83a、83bは、それぞれ交差するように形成されている。なお、円形等の電極が分割された形態の電極を形成する場合、その分割数は特に限定されず、5分割以上であってもよく、その形状も扇形に限定されない。

【0075】抵抗発熱体を有するセラミック基板の表面にチャックトップ導体層を設け、内部にガード電極やグランド電極を設けた場合には、ウエハプローバとして機能する。

【0076】図6は、本発明のウエハプローバを構成するセラミック基板の一実施形態を模式的に示した断面図であり、図7は、その平面図であり、図8は、図6に示したセラミック基板におけるA-A線断面図である。

【0077】このセラミック基板3では、平面視円形状のセラミック基板3の表面に同心円形状の溝8が形成されるとともに、溝8の一部にシリコンウエハを吸引するための複数の吸引孔9が設けられており、溝8を含むセラミック基板3の大部分にシリコンウエハの電極と接続するためのチャックトップ導体層2が円形状に形成されている。

【0078】また、セラミック基板3の内部には、ストレイキャパシタやノイズを除去するために図8に示したような格子形状のガード電極6とグランド電極7とが設けられている。なお、ガード電極6の内部に矩形形状の電極非形成部52が形成されているのは、ガード電極6の上下に存在するセラミック基板をしっかりと密着させるためである。

【0079】さらに、セラミック基板3の内部には、シリコンウエハの温度をコントロールするために、図1(a)に示したような平面視同心円形状の抵抗発熱体51が設けられており、抵抗発熱体51の両端には、抵抗発熱体51と接続されたスルーホール58が形成されている。

【0080】このような構成のセラミック基板を備えたウエハプローバでは、その上に集積回路が形成されたシリコンウエハ7載置した後、このシリコンウエハにテス

タピンを持つプローブカードを押しつけ、加熱、冷却しながら電圧を印加して導通テストを行うことができる。このウエハプローバにおいても、測温素子や制御装置に何らかの故障が発生して、セラミック基板3の温度が急激に上昇しかけた場合には、サーモスタットで検知し、電源と抵抗発熱体との間の回路を遮断することにより、セラミック基板3の過熱を防止することが可能である。

【0081】次に、本発明の半導体装置の一例であるセラミックヒータの製造方法について説明する。図9(a)～(d)は、セラミック基板の内部に抵抗発熱体を有するセラミックヒータの製造方法の一部を模式的に示した断面図である。

【0082】(1)セラミック基板の作製工程

まず、セラミックの粉末をバインダ、溶剤等と混合してペーストを調製し、これを用いてグリーンシートを作製する。上述したセラミック粉末としては、窒化アルミニウム等を使用することができ、必要に応じて、イットリア等の焼結助剤を加えてもよい。

【0083】また、バインダとしては、アクリル系バインダ、エチルセルロース、ブチルセロソルブ、ポリビニルアルコールから選ばれる少なくとも1種が望ましい。さらに溶媒としては、 α -テルピネオール、グリコールから選ばれる少なくとも1種が望ましい。

【0084】これらを混合して得られるペーストをドクターブレード法でシート状に成形してグリーンシート50を作製する。グリーンシート50の厚さは、0.1～5mmが好ましい。次に、得られたグリーンシート50に、必要に応じて、シリコンウエハを支持するための支持ピンを挿入する貫通孔となる部分、熱電対などの測温素子を埋め込むための有底孔となる部分、抵抗発熱体を外部の導電線と接続するためのスルーホールとなる部分380等を形成する。後述するグリーンシート積層体を形成した後に、上記加工を行ってもよい。

【0085】なお、スルーホール38となる部分を設けた場合には、上記ペースト中にカーボンを加えておいたものを充填してもよい。グリーンシート中のカーボンは、スルーホール中に充填されたタングステンやモリブデンと反応し、これらの炭化物が形成されるからである。

【0086】(2)グリーンシート上に導体ペーストを印刷する工程

グリーンシート50上に、金属ペーストまたは導電性セラミックを含む導体ペーストを印刷し、導体ペースト層120を形成する。これらの導電ペースト中には、金属粒子または導電性セラミック粒子が含まれている。

【0087】上記金属粒子であるタングステン粒子またはモリブデン粒子等の平均粒子径は、0.1～5 μ mが好ましい。平均粒子が0.1 μ m未満であるか、5 μ mを超えると、導体ペーストを印刷しにくいからである。

【0088】このような導体ペーストとしては、例え

ば、金属粒子または導電性セラミック粒子85～87重量部；アクリル系、エチルセルロース、ブチルセルロース、ポリビニルアルコールから選ばれる少なくとも1種のバインダ1.5～10重量部；および、 α -テルピネオール、グリコールから選ばれる少なくとも1種の溶媒を1.5～10重量部を混合した組成物（ペースト）が挙げられる。

【0089】(3) グリーンシートの積層工程

上記(1)の工程で作製した導体ペーストを印刷していないグリーンシート50を、上記(2)の工程で作製した導体ペースト層120を形成したグリーンシート50の上下に積層する（図9(a)参照）。このとき、上側に積層するグリーンシート50の数を下側に積層するグリーンシート50の数よりも多くして、抵抗発熱体12の形成位置を底面の方向に偏芯させる。具体的には、上側のグリーンシート50の積層数は20～50枚が、下側のグリーンシート50の積層数は5～20枚が好ましい。

【0090】(4) グリーンシート積層体の焼成工程
グリーンシート積層体の加熱、加圧を行い、グリーンシート50および内部の導体ペーストを焼結させる（図9(b)参照）。加熱温度は、1000～2000℃が好ましく、加圧の圧力は、100～200 kg/cm² が好ましい。加熱は、不活性ガス雰囲気中で行う。不活性ガスとしては、例えば、アルゴン、窒素などを使用することができる。

【0091】得られたセラミック基板31に、測温素子挿入するための有底孔（図示せず）や、ワッシャーを挿入するための袋孔37等を設ける（図9(c)参照）。有底孔および袋孔37は、表面研磨後に、ドリル加工やサンドブラストなどのブラスト処理を行うことにより形成することができる。

【0092】次に、作製した袋孔37の内部に金ろうペーストを塗布し、ワッシャー24を嵌め込んだ後、導電線13をワッシャー24の中心孔に挿入し、金ろうペーストをリフローさせることによりろう付けを行って、抵抗発熱体12と導電線13とを接続する（図9(d)参照）。なお、加熱温度は、900～1100℃が好適である。

【0093】さらに、ワッシャー24の露出部と導電線13の少なくとも一部とにNi-Bメッキ層（図示せず）を形成し、測温素子としての熱電対などを有底孔に耐熱性樹脂で封止し、抵抗発熱体12を有するセラミック基板31を製造する。この後、このセラミック基板31を図1、2に示した支持容器22に嵌め込み、配線等を行うことにより、セラミックヒータを製造する。

【0094】上記セラミック基板を製造する際に、セラミック基板の内部に静電電極を設けることにより静電チャック用のセラミック基板とすることができ、また、加熱面にチャックトップ導体層を設け、セラミック基板の

内部にガード電極やグランド電極を設けることによりウエハプロバ用のセラミック基板とすることができ、このようなセラミック基板を静電チャック用の支持容器やウエハプロバ用の支持容器に嵌め込むことにより、静電チャックやウエハプロバを作製することができる。

【0095】

【実施例】以下、本発明をさらに詳細に説明する。

（実施例1）セラミックヒータ10の製造

(1) 窒化アルミニウム粉末（トクヤマ社製、平均粒径：1.1 μ m）100重量部、イットリア（平均粒径：0.4 μ m）4重量部、アクリル系樹脂バインダ11.5重量部、分散剤0.5重量部および1-ブタノールとエタノールとからなるアルコール53重量部を混合したペーストを用い、ドクターブレード法により成形を行って、厚さ0.47 mmのグリーンシートを作製した。

【0096】(2) 次に、このグリーンシートを80℃で5時間乾燥させた後、図1に示すようなシリコンウエハを支持する支持ピンを挿入するための貫通孔15となる部分、および、スルーホール38となる部分をパンチングにより形成した。

【0097】(3) 平均粒子径1 μ mのタングステンカーバイト粒子100重量部、アクリル系バインダ3.0重量部、 α -テルピネオール溶媒3.5重量部および分散剤0.3重量部を混合して導体ペーストAを調製した。

【0098】平均粒子径3 μ mのタングステン粒子100重量部、アクリル系バインダ1.9重量部、 α -テルピネオール溶媒3.7重量部および分散剤0.2重量部を混合して導体ペーストBを調製した。この導体ペーストAをグリーンシート50上にスクリーン印刷で印刷し、抵抗発熱体用の導体ペースト層を形成した。印刷パターンは、図1に示したような同心円パターンとし、導体ペースト層の幅を10 mm、その厚さを12 μ mとした。

【0099】上記処理の終わったグリーンシートに、導体ペーストを印刷しないグリーンシートを上側（加熱面）に37枚、下側に13枚、130℃、80 kg/cm²の圧力で積層した。なお、グリーンシートの金属層を形成する部分には、図2(b)に示した3個の円形状の貫通孔をお互いが接するように形成し、導体ペーストBを充填した。

【0100】(4) 次に、得られた積層体を窒素ガス中、600℃で5時間脱脂し、1890℃、圧力150 kg/cm²で10時間ホットプレスし、厚さ3 mmの窒化アルミニウム板状体を得た。これを230 mmの円板状に切り出し、内部に厚さ6 μ m、幅10 mmの抵抗発熱体12を有するセラミック基板11とした。

【0101】(5) 次に、(4)で得られたセラミック基板11を、ダイヤモンド砥石で研磨した後、マスクを

載置し、ガラスビーズによるブラスト処理で表面に熱電対のための有底孔14を設けた。

【0102】(6)さらに、円形の金属層(図示せず)が3個集合した部分の中央にザグリ加工で直径5.2mm、深さ0.5mmの袋孔23を形成し、この袋孔23にタングステンからなるワッシャー17を嵌め込んだ後、ワッシャー17の中心孔に導電線16を挿入し、Ni-Au合金(Au:82重量%、Ni:18重量%)からなる金ろうを用い、1030℃で加熱、リフローして、ニッケル製の導電線16を抵抗発熱体12の端部と接続した。

【0103】(7)次に、ワッシャー17、金属層の露出部および導電線16の一部にNiメッキ層を形成した。そして、温度制御のための複数の測温素子18(熱電対)を有底孔14に埋め込んで充填材を充填し、セラミックヒータ10用のセラミック基板11の製造を完了した。

(8)この後、得られたセラミック基板11を金属製の支持容器22に嵌め込み、サーモスタット20が配設された遮熱板24を取り付けるとともに、熱電対からの配線19bや導電線16の配線作業を行い、図1、2に示したような構成のセラミックヒータ10の製造を完了した。なお、本実施例では、電源とそれを制御する制御部とが一体となった温度器(オムロン製 E5ZE)を使用した。

【0104】このセラミックヒータ10について、制御部25によるセラミック基板11の温度の制御を行わず、一定速度で昇温させたところ、セラミック基板が480℃の温度になったときに、サーモスタット20が作動し、リレー28の回路が開いて、抵抗発熱体12と電源部26との間の回路が遮断された。

【0105】

【発明の効果】以上説明したように本発明の半導体製造・検査装置によれば、セラミック基板の近傍にサーモスタットが配設されているので、上記測温素子や制御装置に何らかの故障が発生して、セラミック基板の温度が急激に上昇しかけた場合においても、電源と抵抗発熱体との間の回路を遮断することにより、セラミック基板の過熱を防止することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明のセラミックヒータを模式的に示す平面図である。

【図2】図1に示したセラミックヒータの断面図である。

【図3】(a)は、本発明の静電チャックを構成するセラミック基板を模式的に示した縦断面図であり、(b)は、(a)に示した静電チャックのA-A線断面図である。

【図4】本発明の静電チャックを構成するセラミック基板に埋設されている静電電極を模式的に示す水平断面図

である。

【図5】本発明の静電チャックを構成するセラミック基板に埋設されている静電電極の別の一例を模式的に示す水平断面図である。

【図6】本発明のウエハプローバを構成するセラミック基板を模式的に示す断面図である。

【図7】図6に示したセラミック基板を模式的に示す平面図である。

【図8】図6に示したセラミック基板におけるA-A線断面図である。

【図9】(a)～(d)は、本発明のセラミックヒータを構成するセラミック基板の製造方法を模式的に示す断面図である。

【図10】サーモスタットとリレーと電源とを含む回路の一例を示す回路図である。

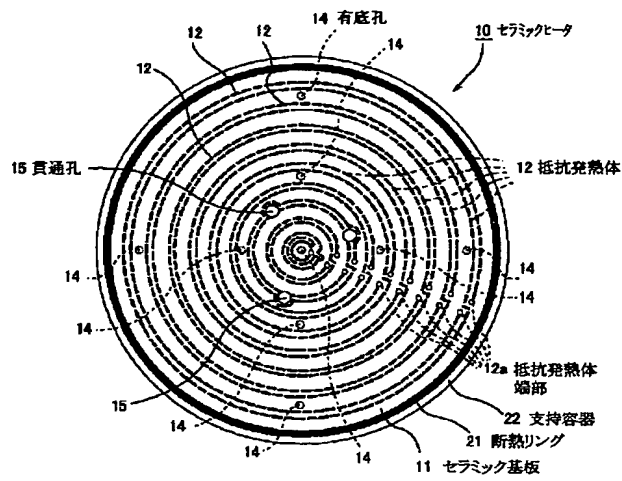
【図11】本発明の半導体・製造検査装置を構成するサーモスタットの一例を模式的に示す断面図である。

【符号の説明】

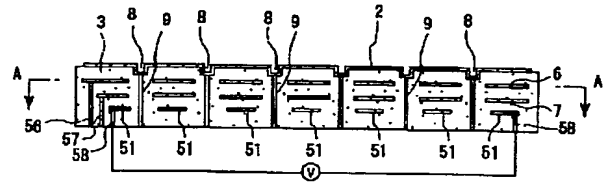
- 3、11、31、51、61、71、81 セラミック基板
- 6 ガード電極
- 7 グランド電極
- 8 溝
- 9 吸引孔
- 10 セラミックヒータ
- 12、51、66 抵抗発熱体
- 12a 抵抗発熱体端部
- 14 有底孔
- 15 貫通孔
- 16 導電線
- 17 ワッシャー
- 18 測温素子
- 19 シリコンウエハ
- 21 断熱リング
- 22 支持容器
- 23 袋孔
- 24 遮熱板
- 25 制御部
- 26 電源部
- 27 冷媒導入管
- 62、72、82a、82b チャック正極静電層
- 63、73、83a、83b チャック負極静電層
- 62a、63a 半円弧状部
- 62b、63b 櫛歯部
- 64 セラミック誘電体膜
- 110 サーモスタット
- 111 バイメタル
- 112 ピン
- 112a 接触部
- 113 バネ

114 固定片

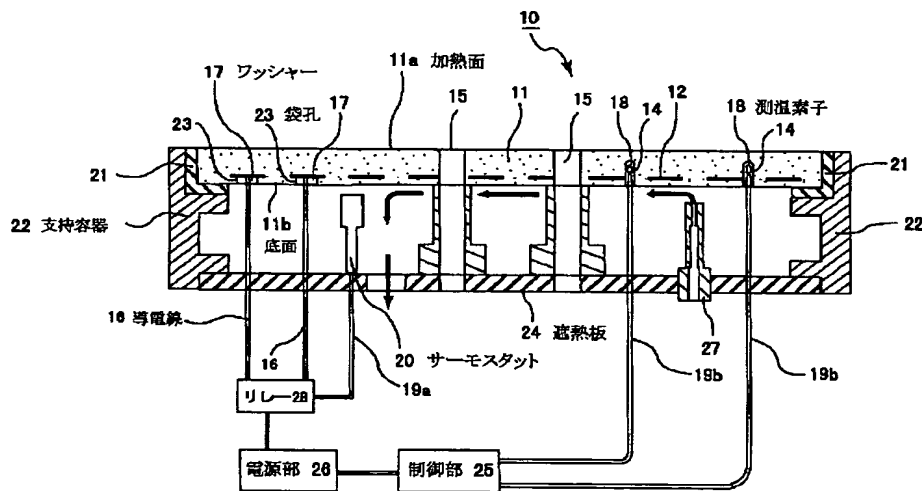
【図1】



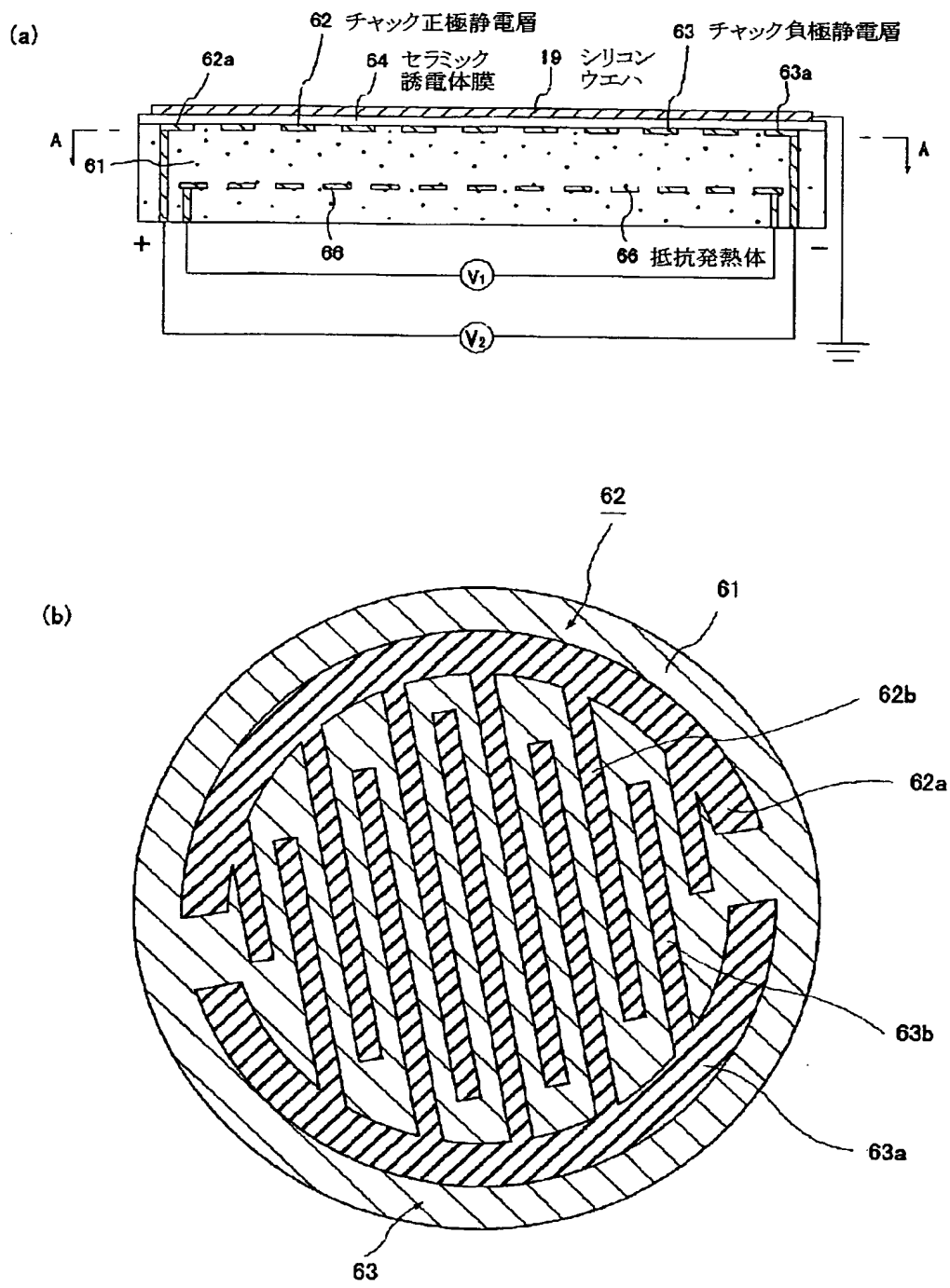
【図6】



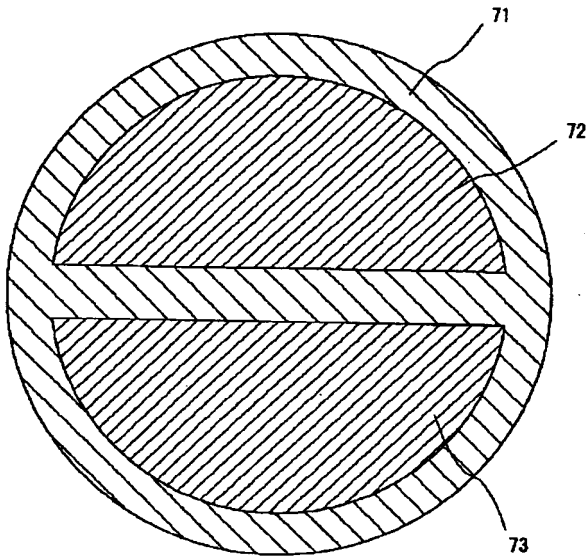
【図2】



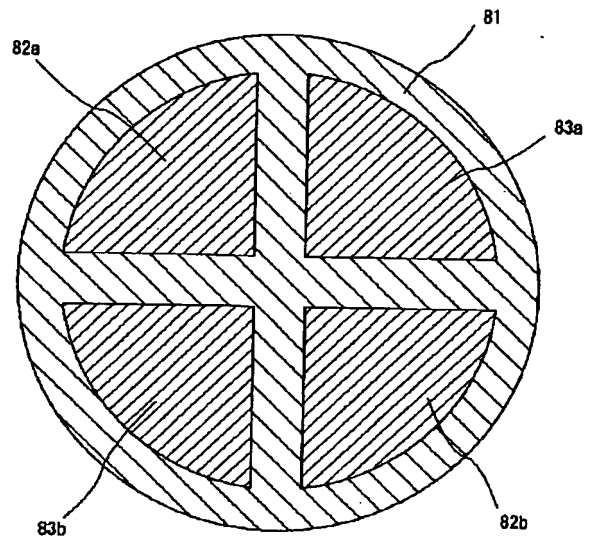
【図3】



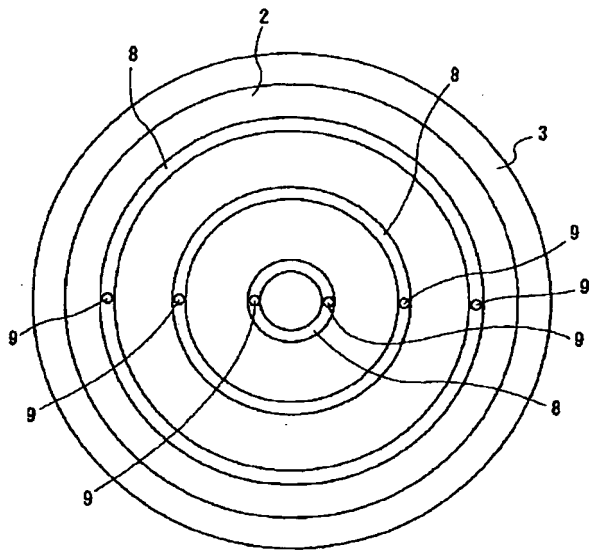
【図4】



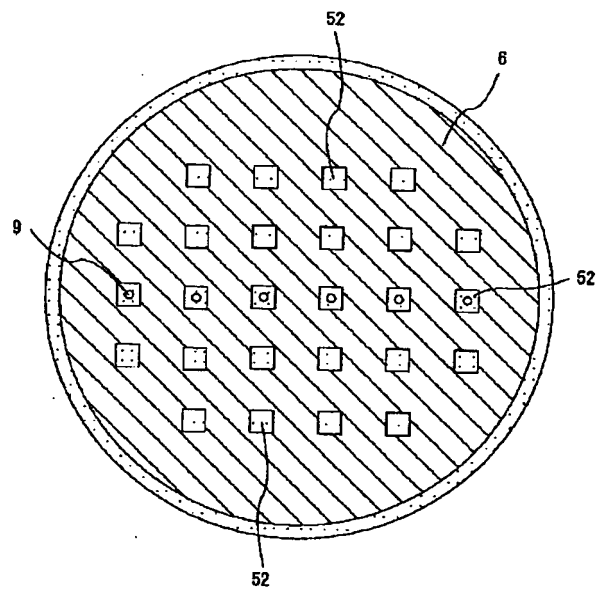
【図5】



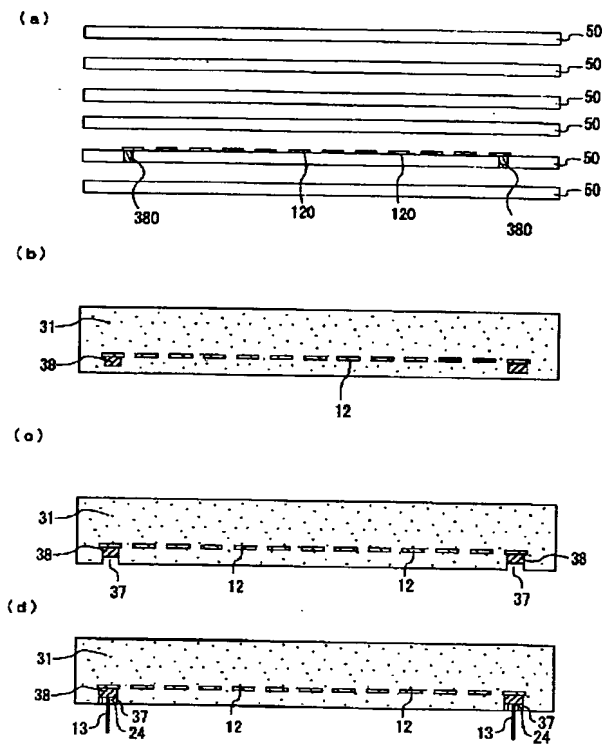
【図7】



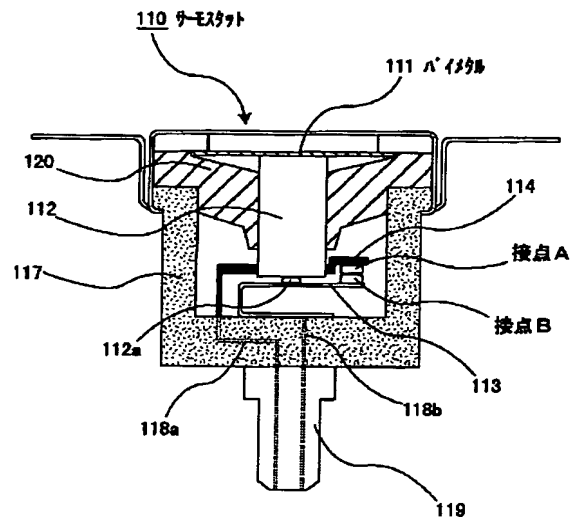
【図8】



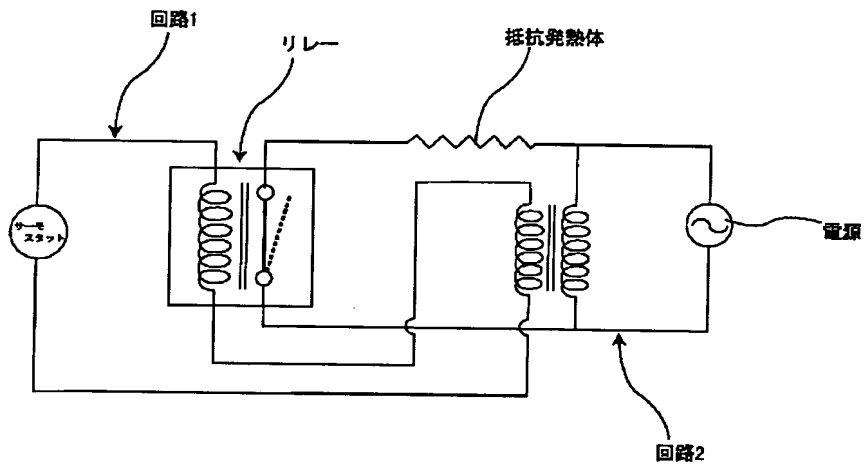
【図9】



【図11】



【図10】



フロントページの続き

Fターム(参考) 3K058 AA12 CA23 CA71 CA91 CB02
CE02 CE13 CE21
4M106 BA01 CA60 DD30 DH02 DH46
5F004 AA01 BB22 BB26 CA03 CB12
5F031 HA17 HA37 JA01 JA46 PA11
5F045 BB01 EK09 EK21 EM05 GB05
GB15